Janvier 2008 Série technique 08-101

Analyse comparative des économies d'énergie résidentielles découlant de l'utilisation d'un éclairage éconergétique

INTRODUCTION

Les lampes fluorescentes compactes (LFC)[1] éconergétiques sont offertes dans le commerce depuis plusieurs années. Maintenant qu'elles sont plus abordables, qu'elles sont faciles à se procurer et qu'elles se présentent sous diverses formes, les LFC attirent davantage les propriétaires.

Les économies d'énergie et d'argent prétendues par les fabricants de LFC, ne considèrent que la différence de consommation d'électricité des LFC versus celles des ampoules incandescentes. Ce simple calcul ne tient pas compte de la contribution de chaleur générée par l'éclairage, et son influence sur la demande de chauffage et de climatisation lorsque l'on regarde la «maison en tant que système.»

Pour mieux comprendre l'incidence énergétique globale nette des LFC dans les habitations durant les périodes d'utilisation du chauffage et de la climatisation, Ressources naturelles Canada (RNCan) a élaboré un plan détaillé d'études sur le terrain dans le but d'effectuer un suivi de la quantité d'énergie utilisée dans la maison d'essai du CCTR[2] avec et sans LFC. Les essais ont aidé à élaborer et à valider le modèle sur les gains internes rattachés à la consommation d'énergie par l'éclairage.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Une étude réalisée par RNCan en 1997 a fait le suivi de 134 maisons et a généré des profils de consommation énergétique pour l'éclairage dans les habitations[3]. La consommation énergétique moyenne pour éclairer une habitation est de 3,4 kWh par jour, ou plus ou moins 1 350 kWh par année – environ 15 % de la consommation d'électricité totale. L'éclairage représente 5 à 8 % du total annuel des coûts des services publics. La demande de pointe moyenne est d'environ 0,65 kW par habitation lors des mois d'hiver et d'environ 0,5 kW lors des mois d'été.

Bien que le suivi ait permis de recueillir des renseignements sur la consommation énergétique de l'éclairage dans les habitations, il n'a pas évalué l'incidence de la consommation énergétique de l'éclairage et de son remplacement par des LFC sur la consommation énergétique totale d'une habitation. On peut s'attendre à ce qu'un éclairage aux LFC fasse augmenter la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux, mais qu'il réduise également la consommation d'énergie pour la climatisation. Pour mieux comprendre comment l'éclairage et les améliorations éconergétiques qui lui sont apportées agissent sur la consommation énergétique des ménages, RNCan a entrepris une étude sur l'éclairage au CCTR.

---

1 Les lampes fluorescentes compactes sont également appelées ampoules fluorescentes compactes (AFC), ou ampoules fluocompactes.

2 Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) est issu d'un partenariat. Il est dirigé conjointement par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), Ressources naturelles Canada (RNCan) et la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Les installations de recherche et de démonstration du CCTR comportent deux maisons jumelles, constituées de deux étages et d'un sous-sol pleine hauteur, équipées de multiples instruments et capteurs. Ces maisons, toutes deux d'une superficie de 210 m^2 (2 260 pi^2), ont été construites selon les normes R-2000 et simulent l'occupation humaine dans le but d'évaluer le rendement global de nouvelles technologies lors d'essais côte à côte. Le CCTR comprend également un centre d'information dans lequel est exposé un modèle de maison Bâti-Flex™. Pour plus de détails concernant le CCTR, visitez le http://www.ccht-cctr.gc.ca

3 Selon des données recueillies dans 134 habitations existantes qui ont été suivies entre 1990 et 1994. Rapport – Nouvelle-Écosse (RNCan), 1993; Base de données sur les habitations éconergétiques – Alberta (RNCan), 1993; Enquête par les bureaux extérieurs sur les vérifications du rendement énergétique (RNCan), 1994, Colombie-Britannique; Programme d'améliorations éconergétiques pour la ville d'Espanola, Hydro Ontario, Scanada, 1989, Ontario; Étanchéité à l'air et efficacité énergétique des logements nouveaux, existants et conformes aux normes du programme R2000 au Canada (RNCan), 1997.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

Le programme de recherche visait trois objectifs :

1. Évaluer les performances de l'éclairage aux LFC et de l'éclairage incandescent au moyen d'une maison témoin et d'une maison d'essai.
2. Vérifier le modèle sur les gains internes du programme d'analyse énergétique des habitations.
3. Évaluer l'« effet de récupération »[3] de l'éclairage aux LFC dans des habitations de différentes régions. Cette évaluation comprenait la mesure de l'usage du courant et celle du rendement lumineux de l'éclairage classique et de l'éclairage aux LFC, et la comparaison des effets du remplacement des dispositifs d'éclairage classiques par des LFC durant la saison de chauffage.

MÉTHODE

Aux installations du CCTR, l'éclairage classique comprenait des lampes à incandescence, des plafonniers à lampe fluorescente, des lumières d'ambiance à halogène et des lampes d'éclairage extérieur de grande puissance; un total d'environ 27 dispositifs d'éclairage par habitation – certains constitués de plusieurs lampes. Toutes les ampoules ont été vérifiées et la tension, la puissance, l'intensité lumineuse, le facteur de puissance, la puissance réactive en volts-ampères, les volts-ampères et les harmoniques ont été mesurés et consignés.

Pour analyser les gains internes et les pertes thermiques, les pertes thermiques totales quotidiennes de la maison d'essai et de la maison de référence ont été déterminées. Une analyse énergétique a été effectuée toutes les heures de la période d'essais en utilisant les données météorologiques observées (essentiellement la température extérieure et l'apport solaire).

Lors des essais réalisés durant la période de chauffage, deux modes de ventilation par ventilateur-récupérateur de chaleur (VRC) ont été utilisés :

1. Ventilation en continu : comme dans certaines maisons neuves. Le VRC a fonctionné durant toute la période d'essais : à pleine capacité lorsque le générateur d'air chaud fonctionnait et à mi-capacité lorsqu'il n'y avait pas de demande de chauffage.
2. Ventilation par intermittence : le VRC fonctionnait à pleine capacité durant les périodes de chauffage seulement.

Les essais réalisés durant la période de climatisation comparaient les charges de climatisation, les profils thermiques et la consommation énergétique de la maison d'essai et de la maison de référence, en maintenant tous les aspects identiques. La configuration de l'éclairage aux LFC était similaire à celle qui avait été utilisée pour l'évaluation des deux dispositifs d'éclairage en période de chauffage, utilisant toutes les lampes auparavant étalonnées pour la période d'essai.

Un modèle de référence a été créé au moyen d'un logiciel d'analyse de l'énergie pour 33 localités nord-américaines (11 au Canada et 22 aux États-Unis). Il consistait en une maison à deux étages (d'environ 186 m² [2 000 pi²] de superficie) équipée de cinq ampoules classiques de 77 W utilisées trois heures par jour. Ces ampoules ont ensuite été remplacées par des LFC de 19 W. Les effets des LFC sont décrits dans le tableau 1.

Figure 1 Lampe fluorescente compacte dans la maison d'essai

RÉSULTATS

Analyse comparative

Les données de puissance enregistrées pour chacun des deux types d'éclairage étaient quelque peu supérieures aux spécifications du fabricant. Le facteur de puissance des lampes à incandescence était de 1,0 et celui des LFC variait entre 0,56 et 0,59. Les LFC ont toutefois réduit le facteur de puissance global pour l'habitation de 0,04 un maximum de 0,10.

3 « Effet de récupération » renvoie à l'augmentation des besoins en chauffage local en hiver (ou à la diminution de la consommation énergétique pour la climatisation en été) provoquée par la réduction de la consommation énergétique pour l'éclairage et la contribution plus faible des LFC aux gains internes.

Résultats du suivi durant la période de chauffage

Avec un éclairage classique, entre 89 et 96 % de l'énergie consommée par l'éclairage se transforme en chaleur et contribue, comme gain interne, au chauffage d'une pièce. Les quelques pertes associées à l'énergie d'éclairage sont surtout survenues aux endroits où les lampes se trouvaient près d'une fenêtre. Lorsque l'éclairage classique a été remplacé, on a enregistré une réduction de 68 % de la consommation d'énergie quotidienne par l'éclairage durant la saison de chauffage. La hausse de la demande énergétique pour le chauffage des locaux est attribuable à une diminution d'environ 28,6 MJ par jour des gains internes en chaleur. La réduction de la consommation d'énergie pour l'éclairage a été presque complètement contrebalancée par l'augmentation de la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux. La ventilation, continue ou intermittente, n'a pas eu d'impact notable sur les économies d'énergie totales rattachées aux LFC.

Résultats du suivi effectué durant la saison de climatisation

Les LFC ont réduit la consommation d'énergie pour l'éclairage d'environ 68 %. La consommation d'énergie par le compresseur du climatiseur et par le ventilateur de distribution d'air a été réduite de 14 % en moyenne, selon les conditions ambiantes, une économie de 2,1 à 3,8 kW par jour. L'utilisation des LFC a aussi réduit la durée de marche de l'équipement de climatisation de 20 % ou plus. L'analyse énergétique a révélé qu'environ 78 % des gains de chaleur internes venant de l'éclairage sont associés aux besoins énergétiques en climatisation. Les réductions énergétiques de l'éclairage ont aussi réduit les besoins de climatisation des pièces d'une habitation. Les bénéfices éconergétiques des économies d'énergie pour l'éclairage et pour la climatisation s'additionnent.

Analyse des gains internes et des pertes thermiques

En moyenne, environ 93 % de la chaleur dégagée par l'éclairage classique est utilisée durant la saison de chauffage. Les économies d'électricité d'environ 318 kWh par année représentent une réduction d'environ 26 % de la consommation énergétique pour le chauffage des locaux durant la période de chauffage.

Dans les régions où la demande en chauffage domine, l'augmentation de la consommation d'énergie annuelle pour le chauffage des locaux (provoquée par une réduction des gains internes) est de l'ordre de 0,6 à 1,7 %.

Dans les régions où la demande en climatisation domine, la réduction de la consommation d'énergie pour la climatisation était de 4 à 9,5 %, alors que la réduction de la durée de fonctionnement de l'équipement de climatisation allait de 15 à 22 %. Les LFC ont entraîné une réduction de la demande de pointe en électricité de 0,2 à 0,4 kW.

Dans une région où la demande en chauffage domine, l'effet de récupération associé aux LFC a entraîné une réduction des économies de coûts pouvant aller jusqu'à 40 %, alors que, dans les climats où la demande en climatisation domine, un effet additif est observé, entraînant une hausse des économies pouvant aller jusqu'à 30 % (voir le tableau 1). En supposant qu'il en coûte 40 $ pour remplacer des dispositifs d'éclairage par les cinq LFC modélisées dans la présente analyse, la période de récupération simple serait de deux à cinq ans.

Tableau 1 Incidence de la réduction des besoins énergétiques pour l'éclairage (de 318 kWh par année) par suite du remplacement de l'éclairage classique par un éclairage aux LFC.

	Augmentation de la demande de chauffage des locaux	Diminution de la demande de climatisation – kWh/année	Économies pour l'éclairage seulement – $/année	Économies totales – $/année.	Effet de récupération
Vancouver	22 m^3	49	20	12	60 %
Vancouver	201 KWh	49	20	10	50 %
Edmonton	28 m^3	38	26	22	85 %
Saskatoon	25 m^3	59	29	24	83 %
Winnipeg	26 m^3	61	19	11	58 %
Toronto	23 m^3	63	27	22	81 %
Sudbury	222 KWh	26	27	10	37 %
Ottawa	24 m^3	53	27	21	78 %
Montréal	182 KWh	54	20	12	60 %
Québec	184 KWh	55	20	12	60 %
Saint John	25 L	60	24	9	38 %
Saint John	233 KWh	60	24	11	42 %
Halifax	22 L	52	31	20	65 %
Halifax	220 KWh	52	31	15	45 %
St. John's	30 L	40	28	11	39 %
St. John's	270 KWh	40	28	8	25 %
Fairbanks, Alaska	29 m^3	18	38	27	71 %
Los Angeles	5 m^3	72	38	44	116 %
San Francisco	14 m^3	34	38	36	95 %
Denver	18 m^3	37	26	20	77 %
Miami	0 m^3	96	27	35	130 %
Chicago	18 m^3	38	27	21	78 %
Boston	20 m^3	32	37	32	86 %
Minneapolis	20 m^3	33	25	18	72 %
New York	17 m^3	40	45	43	96 %
Madison, Wisconsin	20 m^3	34	28	21	75 %
Seattle	21 m^3	25	20	12	60 %

M^3 – gaz naturel, kWh – électricité, L – litres de mazout

CONCLUSIONS ET CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L'HABITATION

Les systèmes d'éclairage éconergétiques ont bel et bien une incidence sur les besoins en matière de chauffage et de climatisation. Durant la saison de chauffage, les LFC font augmenter la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux. Durant la saison d'utilisation de la climatisation, elles réduisent la demande de refroidissement local et les besoins énergétiques.

Dans l'ensemble, des économies de coûts ont été constatées sous tous les climats, bien que dans la plupart des cas ces économies soient réduites par les effets d'interaction. Les économies d'énergie réelles seront fonction du climat dans lequel se trouve l'habitation. Les résultats soulignent l'importance de considérer l'habitation comme un système lorsqu'on évalue les effets et les bénéfices éconergétiques globaux des LFC dans les résidences canadiennes et américaines.

On peut se procurer le rapport intégral de ce projet auprès du Centre canadien des technologies résidentielles.

Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR)

Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) est exploité en partenariat par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), Ressources naturelles Canada (RNC) et la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Les installations de recherche et de démonstration du CCTR comprennent deux maisons identiques de deux étages, avec sous-sol complet, équipées de multiples instruments et de capteurs. Ces maisons, de 210 m^2 (2 260 pi^2), sont construites selon la norme R-2000 et on y évalue en parallèle la performance des nouvelles technologies à l'échelle de la maison entière en simulant l'occupation. Le CCTR dispose également d'un Infocentre où Bâti-Flex^{MC} est en démonstration. Pour de plus amples renseignements sur le CCTR, visitez le http://www.ccht-cctr.gc.ca

Chercheur attitré : Anil Parekh, P.Eng.

Superviseur du projet : Anil Parekh, gestionnaire principal de la recherche, Bâtiments et collectivités durables, Centre de la technologie de l'énergie de CANMET, Ressources naturelles Canada.

Représentant de la SCHL siégeant au Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2008, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 17-01-08

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65831